

# Bab 5 Pemadatan Tanah

## 1. MAKSUD DAN TUJUAN PEMADATAN

Yaitu usaha secara mekanik agar butir-butir tanah merapat. Volume tanah akan berkurang. Volume pori berkurang namun volume butir tidak berubah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk.

Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah.

1. Memperbaiki kuat geser tanah yaitu menaikkan nilai  $\theta$  dan  $C$  (memperkuat tanah).
2. Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban
3. Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai  $k$
4. Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung)

Pemadatan tanah biasanya digunakan pada pembuatan bendung, jalan raya, lapangan terbang dasar pondasi dsb. Perubahan yang terjadi jika tanah dipadatkan adalah pengurangan volume pori tanah sehingga akibatnya

Volume total tanah berubah

Nilai  $C$  dan  $e$  berkurang

Berat volume kering ( $\gamma_k$ ) naik sesuai rumus  $\gamma_k = \frac{G \gamma_w}{1 + e}$

Derajat kenyang air naik meskipun kadar air tetap  $S = \frac{V_s}{V_v}$

Dalam praktek yang digunakan sebagai ukuran kepadatan adalah berat volume kering  $g_k$

Makin padat suatu tanah nilai  $\gamma_k$  naik

Hasil pemadatan suatu tanah disini dipengaruhi oleh

- a. Tenaga pemadatan.
- b. Kadar air tanah.

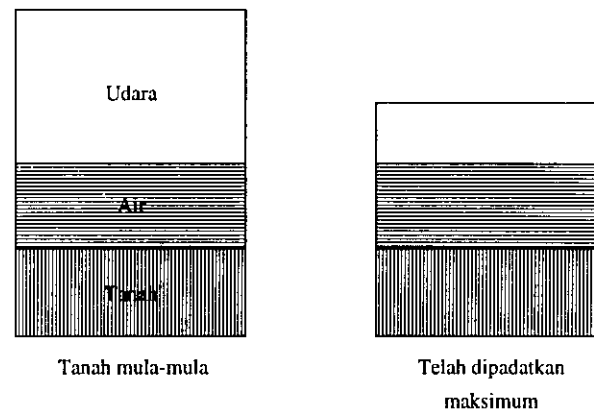
Sedangkan tenaga pemadatan ditentukan oleh : misalnya pada penggilsan yang menentukan adalah berat mesin gilas.

banyaknya lintasan penggilsan.  
tebal lapisan.

Makin besar tenaga pemadatan, tanah akan makin padat, tapi tidak berbanding linear dan ada maksimumnya. Tanah dengan kadar basah tertentu digilas dengan 5 kali lintasan tentu lebih pada dari pada 2 kali lintasan. Akan tetapi setelah batas tertentu kepadatan tidak bertambah lagi.

## 2. PENGARUH KADAR AIR TANAH.

Tanah kohesif kering merupakan bongkah-bongkah yang sukar dipadatkan. Jika disiram air menjadi lunak dan lebih mudah dipadatkan, tapi makin besar kadar air tanah makin membatasi kepadatan yang dapat dicapai.



Yang dapat berkurang hanya udara, jika volume air lebih besar maka kepadatan maksimum berkurang. Tanah kenyang air tidak dapat dipadatkan. Pada dasarnya, makin basah tanah makin mudah dipadatkan. Karena air berfungsi sebagai pelumas agar butir-butir tanah mudah merapat. Tapi kadar air yang berlebihan akan mengurangi hasil pemadatan yang dapat dicapai. Pada pemadatan suatu tanah dengan tenaga pemadatan tertentu akan menghasilkan pemadatan terbesar. Kadar air terbaik tersebut disebut kadar air optimum = Optimum moisture Content =  $ONC = W_{opt}$ .

Kepadatan terbesar = berat volume kering maksimum = Maksimum Dry Density =  $MDD$   
 $\gamma_{k_{maks}}$

Jika dipadatkan dengan pemadatan tertentu, nilai OMC dan MDD tidak sama bagi setiap tahun. Untuk satu tahun yang sama nilai OMC dan MDD tidak sama jika dipadatkan dengan pemadatan yang berbeda. OMC dan MDD tidak konstan untuk suatu tanah.

## 3. PERCOBAAN PROCTOR

Berdasarkan besarnya tenaga pemadatan yang diberikan ada 2 cara

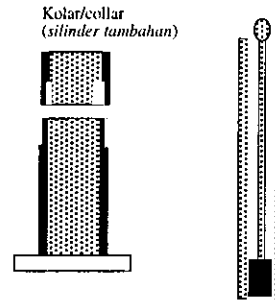
1. Cara Standar
2. Cara berat (cara modifikasi)

### Tujuan:

Mencari OMC dan MDD suatu tanah yang dipadatkan dengan cara tertentu. OMC dan MDD diperoleh melalui grafik hubungan antara kadar air ( $w$ ) dan  $\gamma_k$  dari hasil pemadatan.

### Alat:

1. Silinder pemadatan (termasuk plat atas dan kolar yang dapat dilepas). silinder bervolume 1/3 cft (ft<sup>3</sup>) atau 0.95 liter
2. Penumbuk. Digunakan Penumbuk (standart)  
berat = 5.5 lbs (2.5 kg)  
tinggi jatuh = 12" (30cm).



Silinder Vol 1/30 cft

Penumbuk dengan tinggi jatuh 12"

### Cara Standar :

1. a. Sampel kurang lebih 3.5 kg dikeringkan diruangan agar dapat digemburkan. Setelah gembur tanah dibasahi dengan sedikit air sehingga keadaan tanah menjadi lembab. Berikutnya tanah dimasukkan dalam silinder diperkirakan sepertiga padat silinder. (1/3 volume silinder dalam keadaan padat. Tanah ditumbuk dengan merata sebanyak 25 kali tumbukan. Kemudian sepertiga tanah yang kedua dimasukkan dan ditumbuk secara merata dengan 25 kali pukulan. Kemudian sepertiga volume yang terakhir dimasukkan dan ditumbuk juga dengan 25 kali pukulan secara merata.
- b. Collar dilepas, dipotong rata dengan pisau. volume tanah padat = 0.95 liter (950 cm<sup>3</sup>). Tanah ditimbang ( $W_1$  gram) (sebagai berat tanah basah). Kemudian tanah diambil sedikit dan diperiksa kadar airnya ( $w_1$ ). setelah itu dihitung

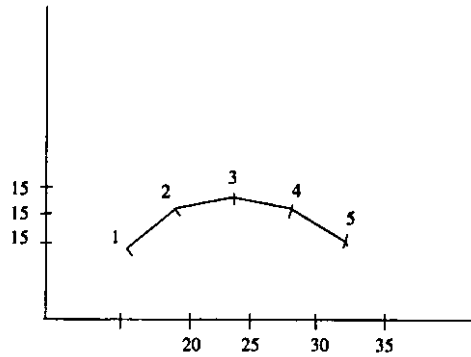
$$\gamma_{bl} = \frac{W_1}{V} \quad (V = 0.95 \text{ l})$$

$$\gamma_{kl} = \frac{\gamma_{bl}}{1 + w_1}$$

2. Setelah percobaan pertama selesai maka percobaan kedua dilakukan dengan cara membogkar tanah pada percobaan pertama, dengan cara tanah digemburkan lagi dan ditambah air sehingga kadar air naik menjadi 3 sampai 5 %. Percobaan dilakukan sama seperti percobaan pertama, sehingga didapat  $W_2$ ,  $w_2$ ,  $\gamma_{k2}$
3. Percobaan diulang lagi 4 sampai 6 kali dengan catatan dapat dihentikan bila  $\gamma_b$  tidak naik lagi. Sehingga pada hasil yang terakhir diperoleh data hubungan antara  $w$  dan  $\gamma_k$  dan digambarkan pada grafik dan dicari OMC dan MDD.

Berikut ini contoh hasil percobaan

nomor	1	2	3	4	5
kadar air (%)	22.1	25.0	28.4	31.7	35.1
berat unit kering (N/cm <sup>3</sup> )	13.7	14.5	14.7	14.2	13.2



Plotkan tiap pasang data sebagai titik dalam grafik.

Tarik garis lengkung terbaik

Puncak garis lengkung mempunyai ordinat OMC dan HDD pada contoh ini OMC = 27.5% MDD 14.8 KN/cm<sup>3</sup>

#### 4. CARA MODIFIKASI (BERAT)

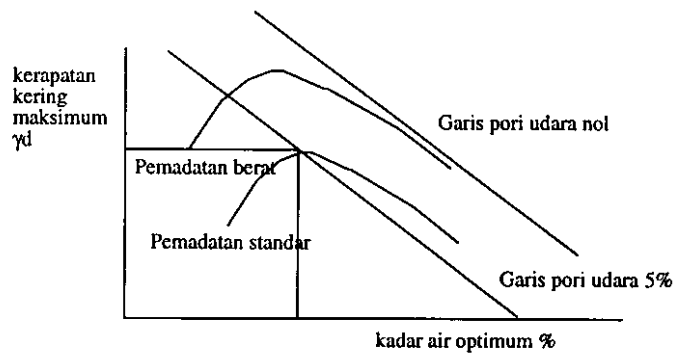
Dibandingkan dengan cara standar perbedaannya adalah tenaga pemadat silinder yang diberikannya lebih besar Silinder sama ukurannya 1/30 cft

1.
  - a. Penumbuknya lebih besar = 10 lbs = 4.5 kg
  - b. Tinggi jatuhnya lebih besar = 18 " = 45 cm
2. Pemadatan dalam silinder dilaksanakan dalam waktu 5 lapisan, masing masing dilakukan penumbukan 25 kali tumbukan. Suatu tanah yang sama bila dipadatkan dengan cara standart dan cara modified perbedaan hasilnya adalah

(MDD)  $\gamma_{k \max} \text{ modified} > \gamma_{k \max} \text{ standart}$

(OMC)  $w_{\text{opt}} \text{ modified} < w_{\text{opt}} \text{ standart}$

Grafik modified bergeser kekiri dan keatas dari cara grafik standart



Gambar 5.: Kurva-kurva pemadatan grafik  $\gamma_d$ .

## Penggunaan hasil pemadatan laboratorium

OMC dan MDD dari laboratorium digunakan sebagai pedoman pelaksanaan pemadatan lapangan. Sebelum digilas kadar air tanah harus disekitar OMC. Penggilasan baru dihentikan jika gk tanah telah mencapai yang disyaratkan (biasanya 90% - 100% terhadap MDD).

Misal MDD lab.=16 N/cm<sup>3</sup> Disyarat kan pemadatan lapangan harus  $\geq 95\%$  MDD, berarti  $\gamma_k$  tanah yang yang diperoleh harus  $\geq 0.95 \times 16 = 15.2 \text{ N/cm}^3$

Cara modifikasi digunakan pada pekerjaan-pekerjaan lapangan terbang dan jalan raya. Untuk pekerjaan lain misalnya bendungan, tanggul saluran, pekerjaan pondasi biasanya dengan cara standar.

### catatan:

Perkiraan nilai OMC dan MDD (standar) adalah

OMC : 5% (tanah butir kasar) s/d 35% (lempung plastis), umumnya 15% sampai 25%.

MDD : 9.6 (tanah organik) s/d 23.2 (tanah butir kasar well graded)

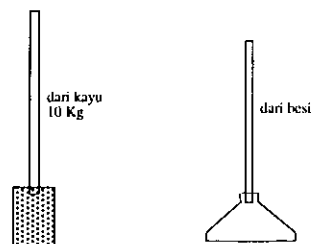
Tanah biasa 12 s/d 16.

## Prosedur Lapangan

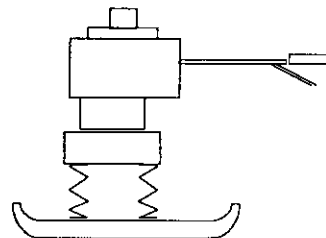
1. Tanah ditimbun dan dipadatkan selapis demi selapis, dihamparkan rata dengan ketebalan sekitar 20 cm (tanah kohesif) sampai 30 cm (tanah butir kasar).
2. Kadar air sebelum tanah digilas kondisinya harus sekitar OMC.
3. Penggilasan atau penumbukan dilakukan pada tiap lapis sebanyak 6 hingga 10 lintasan sampai kepadatannya mencapai yang disyaratkan (90% s/d 100% MDD).
4. Selesai digilas diadakan pemeriksaan kepadatannya. Bila kurang padat digilas lagi.

## Alat Pemadat

1. Alat Tumpuk (tamper / ramper)
  - a. Sederhana : dengan tenaga manusia, hanya untuk pekerjaan kecil



Penumbuk mesin (bensin, diesel)



## Mesin Gilas

- a. *Smooth wheel Roller = Road Roller*
  - Terutama untuk kerikil dan batu pecah.
  - Masih bisa untuk tanah pasir
  - Tidak cocok untuk tanah lempung
- b. *Sheep foot Roller*
  - Rodanya ada tonjolan-tonjolan
  - Khusus Untuk tanah lempung, tonjolan dapat menembus dan memecah gumpalan gumpalan tanah.
- c. *Pneumatic tired roller*
  - Ban berasal dari karet dipompa dan berjajar rapat.
  - Sesuai untuk berbagai jenis tanah.
- d. *Vibrating Roller*
  - Roda besi halus, waktu menggilas roda bergetar
  - Sesuai untuk pasir dan sirtu (pasir batu)
- e. *Bulldoser*
  - Sebenarnya merupakan alat pengusur, dan alat perata tanah. Untuk pekerjaan kecil dapat berfungsi sebagai alat penggilas, lintasan lebih banyak.

## 5. PENGAWASAN PENIMBUNAN DAN PEMADATAN

1. Tebal lapisan tidak boleh terlalu tebal, disesuaikan dengan bestek (20 - 30cm)
2. Kadar air tanah sebelum digilas.  
harus sekitar OMC  
Jika kurang basah disiram atau diperciki air.  
Jika telalu basah harus dijemur atau dicampur dengan tanah lain.  
Jika musim hujan pekerjaan dihentikan.
3. Jumlah lintasan mesin gilas.  
Ditentukan dalam bestek dari hasil percobaan, menentukan tebal lapisan dan jumlah lintasan.  
Diusahakan padat dengan 6 - 10 lintasan. Jika kurang dari 6 lintasan sudah padat maka lapisan terlalu tipis. Jika lebih 10 lintasan baru padat maka lapisan terlalu tebal.
4. Memeriksa hasil kepadatan setelah digilas.  
Diperiksa setelah digilas.  
Harus sesuai bestek, biasanya 90% - 100% MDD (standar atau modified) tergantung proyek dan jenis tanah.  
cara pemeriksaan:
  - drive cilinder*
  - sand cone*
  - rubber ballon*
  - nuclear density tester*

5. Lain-lain

Permukaan tanah sebelum ditimbun harus dibersihkan/dikupas/stripping rumput, akar-akar dan sebagainya 20 - 30 cm atau lebih.

Bahan timbunan harus bersih dari kotoran, daun, batang, pisang, dan sebagainya.

Bahan timbunan harus diambil dari *borrow area* yang telah ditetapkan.

**6. MEMERIKSA KEPADATAN TANAH DILAPANGAN**

Ukuran kepadatan tanah sama dengan besarnya berat volume kering tanah tersebut =  $\gamma_k$   
Memeriksa kepadatan tanah sama dengan menentukan berat volume keringnya. kemudian membandingkan dengan berat volume kering maksimum tanah tersebut. Kepadatan tanah diperiksa setelah selapis urukan tanah digilas/ditumbuk Basically (pengukuran 2 langkah)

Pengukuran 2 langkah

- a. Mencari berat volume tanah basah  $\gamma_b$

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

- b. Mencari berat volume kering dari kadar airnya

$$\gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

yang diukur

Pengukuran sampel V secara langsung dilapangan.

**Beberapa cara:**

1. Cara Silinder Pikul (*Drive Cylinder Method*)

Silinder baja ujung tajam, diameter dan tinggi diketahui tepat (berarti juga volumenya.)

Silinder diletakkan dimuka tanah yang diperiksa

Dipukul masuk tanah.

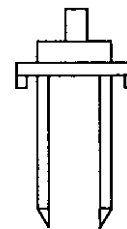
Silinder isi tanah kembali, dipotong rata dengan pisau

Volume tanah = Volume silinder = V

Sampel ditimbang = W

Diperiksa kadar airnya = w

Dihitung  $\gamma_k$



2. Cara kerucut Pasir (*Sand Cone Methode*)

bahan bantu

- Pasir kering berbutir seragam, jika dituang pelan--pelan berat volumenya konstan =  $\gamma_o$
- Jika beratnya diketahui maka volumenya dapat dihitung
- Tanah galian tidak ada yang boleh yang tercecet
- Kemudian timbang berat W dan diperiksa kadar airnya.

- Volume sampel sama dengan volume pasir yang mengisi lubang diukur sebagai berikut :

Isi pasir dalam botol mula mula =  $W_1$  gram.

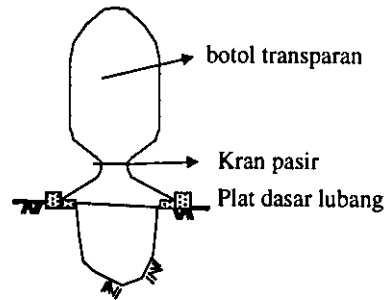
Dengan kran tertutup botol dan kerucut diletakkan terbalik diatas lubang.

Kran dibuka dan pasir mengisi kerucut ( $V_0$  diketahui) dan lubang ( $V$  dicari).

Kran ditutup pasir dalam botol ditimbang =  $W_2$  gram

Kemudian dihitung isi kerucut + lubang =  $V_1 = \frac{W_1 - W_2}{\rho_0}$

isi lubang =  $V = V_1 - V_0$



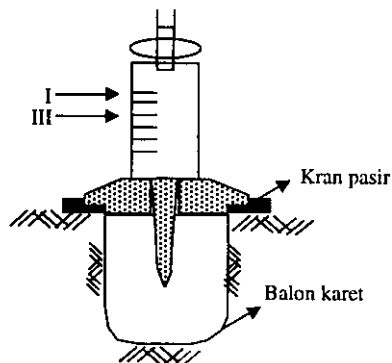
### 3. Cara Balon Karet

Silinder gelas dengan skala ukuran berisi air

Cara kerja

Muka tanah yang mau di uji diratakan dan dibersihkan. Kemudian Plat dasar diletakkan pada lubang galian. Tanah galian hendaknya dikumpulkan dan jangan sampai tercecer. Tanah galian tersebut ditimbang dan diperiksa kadar airnya.

Kemudian dengan Pompa karet air didorong ke bawah mengisi balon. Balon mengembang mengisi seluruh lubang galian dengan volume  $V =$  selisih bacaan muka air I dan II.



### 4. Nuclear Density Tester

Sinar  $\gamma$  menembus kedalam tanah, jumlah sinar  $\gamma$  diukur tergantung pada berat volume tanah basah. Knop I menghitung  $\gamma_b$  dan knop II tergantung kadar air tanah. (1)  $\gamma_b$ , (2).  $w$  sehingga akhirnya ketemu  $\gamma_k$ .

